

III-A 76

応力解放が粘性土の剛性率の圧カレベル依存性に及ぼす影響

横浜国立大学工学部 正会員 プラダン テージ
 横浜国立大学大学院 学生員 ○ 宇野 浩樹
 港湾技術研究所 正会員 田中 洋行

表.1. 不攪乱試料の物理的性質

Site	Country	LL (%)	PL (%)	I_p
ARIAKE	Japan	107~122	45~51	62~72
DRAMMEN	Norway	40~48	20~21	18~27

1. はじめに：現地盤における土の剛性，特に，ひずみレベル 10^{-5} 以下での初期せん断剛性率 G_0 を正確に求めることは，地盤の変形を予測する上で重要であり，現地盤の G_0 を簡易的な方法で推定することが可能であれば，その工学的意義は非常に大きい。現地盤から採取された不攪乱試料は，応力解放や機械的乱れなどを受けており，室内試験は，このような試料を用いて行われているのが現状である。プラダンら(1996)は，応力解放による粘性土の G_0 の低下は，塑性指数 I_p に依存し， I_p が 45 の土では，30%低下すると報告している¹⁾。本報告では，ベンダーエレメント試験をおこない，応力解放や構造の乱れが G_0 の圧カレベル依存性に及ぼす影響を検討した。

2. 試料：2種類の再構成試料と2種類の不攪乱試料についてベンダーエレメント (Bender Element, BE) を用いて，試験をおこなった。再構成試料については，(1)東京湾から採取した粘土を $75\mu\text{m}$ ふるいを通させた YNU2 粘土(LL=80%, $I_p=45$) と (2)ノルウェーの DRAMMEN 粘土(LL=40%, $I_p=20$) である。表.1 に不攪乱試料の物理的性質を示す。

3. 実験方法：再構成試料については，LL の2倍の含水比でスラリー状試料をアクリル製モールド(内径 10cm, 高さ 25cm) に注入し，所定の圧力で圧密する。モールドの上端(載荷板)および下端の中央には，ベンダーエレメント(長さ 10mm, 幅 1.5mm, 高さ 5mm) が設置されており，任意の時点で試料のせん断波速度 V_s を測定できる (Mold Test)。モールド内の圧密試料は，現地盤における所定の深度での理想的な試料であると考えられる。次に，モールドから試料を採取，成形し，供試体(直径 6cm, 高さ 5cm) を小型 BE 試験機に設置後，室内試験を行った (Element Test)。この方法により，応力解放による試料の膨張および成形と設置による試料の機械的乱れが粘性土の G_0 に及ぼす影響を評価することができる。一方，不攪乱試料については，成形し，小型 BE 試験機を用いて，試験をおこなった。(1) 有明粘土は，圧密圧力を原地盤の有効土被り圧 σ_{v0}' として試験をおこなった後，圧力を増加させて試験をおこない，(2) DRAMMEN 粘土は，圧密圧力を現地盤の σ_{v0}' として試験をおこなった。

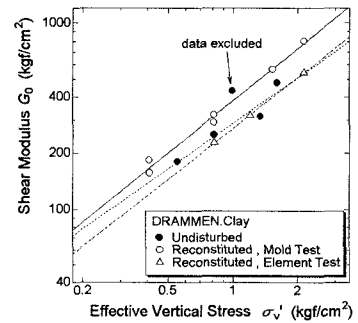


図.1. DRAMMEN 粘土の G_0 - σ_v' 関係

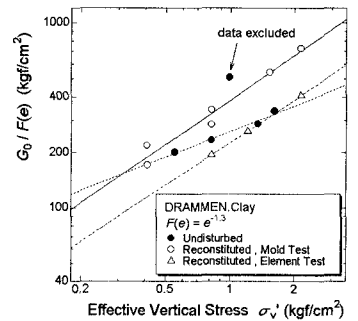


図.2. DRAMMEN 粘土の $G_0/F(e)$ - σ_v' 関係

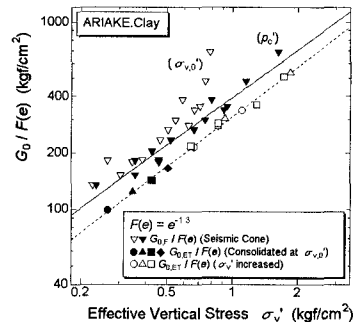


図.3. 有明粘土の $G_0/F(e)$ - σ_v' 関係

4. 実験結果および考察： 図.1 は，DRAMMEN 粘土の G_0 - σ_v' 関係を示す。この図から以下の事項が指摘される。(1)再構成試料の結果に着目すると， G_0 は，応力解放と機械的乱れによって，同レベル圧力で再圧密しても，攪乱による履歴は消えず，間隙比が低下しているにもかかわらず，低下する。しかし，圧力レベル依存性は，ほぼ同じである，(2)応力解放と機械的乱れを受けた再構成試料と不攪乱試料を比較した場合，非常に近い傾向を示しており， G_0 に及ぼす構造の影響と間隙比の影響が相殺されると思われる。

図.2 は，同粘土の $G_0/F(e)$ - σ_v' 関係を示す。一般に， G_0 は， $G_0 = AF(e)\sigma_v'^n$ で表現でき， G_0 の圧力レベル依存性は，係数 n で定量的に表される。また， $F(e) = e^{-1.3}$ を採用した²⁾。(1)再構成試料の結果に着目すると，応力解放と機械的乱れによって，構造に関する係数 A は，40%低下する。また，圧力レベル依存性に関する係数 n は，0.80 と 0.77 であり，ほぼ同じである，(2)応力解放と機械的乱れを受けた再構成試料と不攪乱試料を比較した場合，係数 A については，再構成試料の方が 13%小さい。また，係数 n は，0.77 と 0.46 であり，圧力レベル依存性に顕著な違いがある。

図.3 は，有明粘土の $G_0/F(e)$ - σ_v' 関係を示す。図.3 には，サイズミックコーンによる原位置試験の結果から求めた $G_0/F(e)$ も示す。(1)室内試験の結果に着目すると，類似した土層が堆積していれば，各深度から採取された試料の正規圧密領域における $G_0/F(e)$ - σ_v' の傾向は，同様のものである，(2)原位置試験から求めた $G_0/F(e)$ は， σ_{v0}' と圧密降伏応力 p_c' に対してプロットした。両対数軸上において， $G_0/F(e)$ - σ_{v0}' 関係よりも $G_0/F(e)$ - p_c' 関係の方がより直線関係の相関性が強い。(3)室内試験から得た不攪乱試料の $G_0/F(e)$ - σ_{v0}' 関係と原位置試験から得た $G_0/F(e)$ - p_c' 関係について，係数 A を比較すると，不攪乱試料の方が 21%小さい。また，係数 n は，0.88 と 0.85 であり，ほぼ同じである。

図.4 は，YNU2 粘土の $G_0/F(e)$ - σ_v' 関係を示す。この図から，応力解放と機械的乱れによって，係数 A は，32%低下すること，また，係数 n は，0.94 と 0.90 であり，ほぼ同じであることが分かる。図.5 と図.6 では，係数 A と n の値を，試料の塑性指数 I_p に対して整理した。図.5 から，係数 A は，塑性指数 I_p によらず一定であることが分かる。また，図.6 から，係数 n は，塑性指数 I_p に関係なく，0.8~0.9 の範囲にあることが分かる。

5. 結論： (1)再構成試料では，応力解放や機械的乱れによって，係数 A は，30~40%低下した。一方，再構成による構造の乱れによって，係数 A は，13%しか低下しなかった。(2)圧力レベル依存性に関する係数 n について，応力解放や機械的乱れによる影響は，小さい。しかし，DRAMMEN 粘土の不攪乱試料の場合が 0.46 であり，構造をもたない再構成試料の場合が 0.77 であった。(3) 係数 A は，塑性指数 I_p によらず一定であること，また，係数 n は，塑性指数 I_p に関係なく，0.8~0.9 の範囲にあることが分かった。

参考文献： 1)プラダグンら(1996)：応力解放履歴を受けた粘性土の剛性率の変化，第31回地盤工学研究発表会 2)Jamiolkowski et al(1991)：Design Parameters from Theory to Practice, GEO-COAST'91, pp.877~929

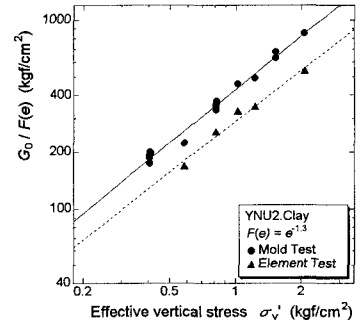


図.4. YNU2 粘土の $G_0/F(e)$ - σ_v' 関係

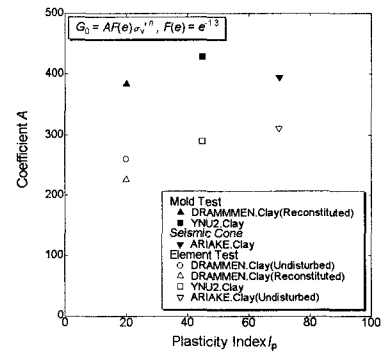


図.5. 係数 A -塑性指数 I_p 関係

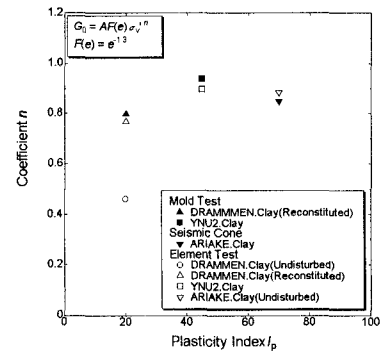


図.6. 係数 n -塑性指数 I_p 関係